

デジタルデータの保存に使用されているハードディスク・光ディスクやフラッシュメモリなどは、本などに比べて大量のデータをコンパクトに保存できるものの、本のようにデータを長期に保管することはできない。2009年4月、米国カリフォルニア大学バークレー校のA.Zettl教授らの研究グループは、カーボンナノチューブ内に鉄のナノ粒子を封入した素子を作製し、外部電極に印加する電圧によりナノ粒子の位置を制御する方法で、ハードディスクなどよりも高密度でかつ10億年以上保管可能なメモリ構造の動作を確認したと報告した。

トピックス 3 カーボンナノチューブを使った不揮発性メモリ構造

現在、デジタルデータの保存には、ハードディスク(HDD)やフラッシュメモリ、CDやDVDといった光ディスクなどが使われているが、これらは本などに比べて大量のデータを保存できる一方、データを長期に保存し後世に遺すという目的には、紙媒体と同等以上の寿命を持つ記録媒体が望まれる。

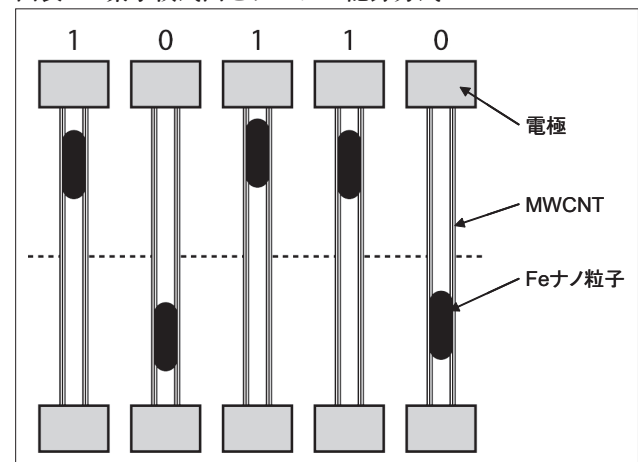
2009年4月、米国カリフォルニア大学バークレー校のA.Zettl教授らの研究グループは、室温で10億年以上の寿命を持ち、記録密度も1平方インチ当たり1テラビットを実現できる可能性のあるメモリ技術を開発したと報告した¹⁾。この研究グループは、フェロセン($C_{10}H_{10}Fe$)を1000℃のアルゴンガス中で熱分解し、多層カーボンナノチューブ(MWCNT)の中にチューブ内を往復運動できる鉄のナノ粒子が封入された構造体を合成した。その両端に電極をつけ、ナノ粒子の位置がデジタルデータとなるメモリ素子を作成した(図表1)。この素子の動作を透過電子顕微鏡(TEM)で観察することで確認した。

データの書き込みを行うために、素子に電圧を印加すると、エレクトロマイグレーションによりMWCNT内のナノ粒子が電流と反対方向に移動することが確認された。その移動速度は印加する電圧により大きく変化し(図表2)、電流の方向を逆にすると、ナノ粒子の移動方向も逆転し、電流をゼロにするとナノ粒子はその場で停止した。これまでもカーボンナノチューブ中の粒子の移送についての報告はあったが、今回は200nmという長い距離を、可逆的にかつ精度良く移動させた初めての報告である。また、素子の電気抵抗がナノ粒子の位置と相関のあることも確かめられ、抵抗値を計測することでデータの読み取りが可能である。抵抗値の計測によるナノ粒子の位置への影響は見られず、不揮発性も確認された。これらのことから、データの書き込みおよび読み取りが可能であり、不揮発性メモリ素子としての利用可能性のあることが確認された。

熱的安定性のモデル計算による結果から、データの寿命は10億年以上と評価された。この素子の記録密

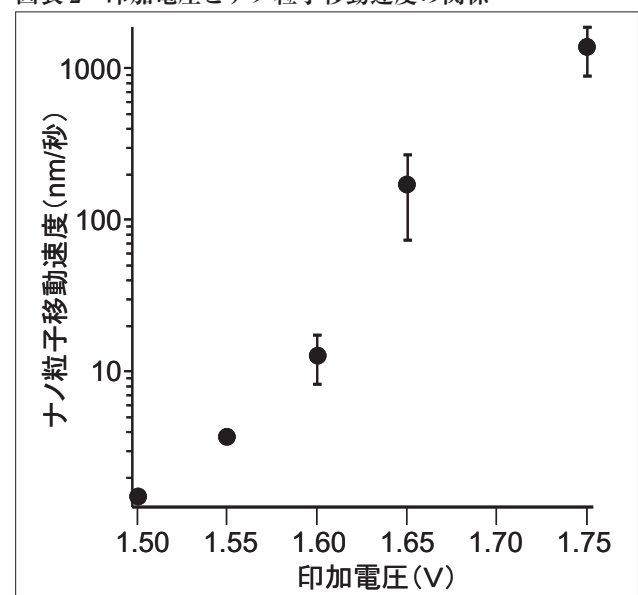
度は1平方インチ当たり1テラビット以上の記録密度を実現できる可能性がある。

図表1 素子模式図とデータの記録方式



ローレンスバークレー国立研究所/カリフォルニア大学バークレー校のZettl研究グループ提供の図を基に科学技術動向研究センターにて追記

図表2 印加電圧とナノ粒子移動速度の関係



参考文献¹⁾を基に科学技術動向研究センターにて作成

参 考

- 1) Begtrup, G. E. et al., "Nanoscale Reversible Mass Transport for Archival Memory" Nano Lett. Vol.9,1835 (2009)